



Biota Colombiana

ISSN: 0124-5376

biotacol@humboldt.org.co

Instituto de Investigación de Recursos  
Biológicos "Alexander von Humboldt"  
Colombia

Barragán, María F.; Tamaris-Turizo, César E.; Rúa-García, Gustavo A.  
Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa  
Marta, Colombia

Biota Colombiana, vol. 17, núm. 2, julio-diciembre, 2016, pp. 47-61  
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49151352005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

---

# Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Aquatic insect communities of the three slopes of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

María F. Barragán, César E. Tamaris-Turizo y Gustavo A. Rúa-García

---

## Resumen

Los insectos acuáticos son importantes en el funcionamiento de los ecosistemas. El objetivo del presente trabajo fue conocer la estructura y distribución de los insectos acuáticos, en cuatro ríos que se encuentran en diferentes flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM): Gaira, Tucurínca, Ranchería y Guatapurí. En cada río se analizaron los microhábitats grava y macrófitas con red surber, la hojarasca con red triangular y las zonas de salpicadura y piedras mediante colecta manual. Se registraron 5803 individuos, 39 familias y 72 taxones. El río Guatapurí presentó la mayor abundancia con 1890 individuos. El orden más abundante fue Ephemeroptera con 1861 individuos. El género *Simulium* presentó la mayor abundancia (14,5 %). En cuanto a la distribución de los organismos, los valores más altos se registraron en grava y hojarasca con 36,93 % y 33,31 %. Durante los periodos de baja precipitación en los ríos Guatapurí y Ranchería se registraron las mayores abundancias de organismos. Se obtuvieron dos nuevos registros, el género *Podonomus* (Chironomidae) en Guatapurí y el género *Stenelmoides* (Elmidae) en Ranchería. De acuerdo a los resultados se pudo concluir que los ríos de la SNSM tienen alta riqueza genérica comparada con ríos de la zona andina y otras zonas templadas.

**Palabras clave:** Estructura. Distribución espacial. Diversidad. Macroinvertebrados acuáticos. Microhábitats.

## Abstract

Aquatic insects are important in the function of ecosystem. The objective of this study is to describe the structure and distribution of aquatic insects in four rivers which are located on three different slopes of the Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM): Gaira, Tucurínca, Ranchería and Guatapurí. Gravel and macrophyte microhabitats were analyzed in each river with a Surber sampler, the leaf litter fauna with a triangular net, and spray zones and stones were analyzed by manual collection. 5803 individuals were registered, 39 families and 72 taxa. Guatapurí River presented the greatest abundance number (1890 individuals). The most abundant order was Ephemeroptera with 1861 individuals. *Simulium* presented the higher abundance (14.5 %). The higher abundance was in the gravel 36.93 % and lowest in leaf litter with 33.31 %. We found high abundance during the low rainfall (Guatapurí and Ranchería). Two new records were obtained, *Podonomus* (Chironomidae) in Guatapurí River and *Stenelmoides* (Elmidae) in Ranchería River. According to the results we could conclude that the rivers of the SNSM have a high generic richness compared with the Andean Zone Rivers and other temperate zones.

**Key words:** Aquatic macroinvertebrates. Diversity. Microhabitats. Spatial distribution. Structure.

## Introducción

Los macroinvertebrados acuáticos son uno de los grupos biológicos más abundantes (Rivera-Usme *et al.* 2008) e importantes en el funcionamiento de los ecosistemas lóticos (Muñoz *et al.* 2001, Molina *et al.* 2008), especialmente porque contribuyen en los procesos de fraccionamiento de la materia orgánica y la circulación de nutrientes, que luego son incorporados en la red trófica como fuente energética para consumidores de niveles superiores acuáticos y terrestres (Zúñiga 2010, Roldán *et al.* 2014). Entre otras utilidades se destaca que son usados como indicadores de la calidad de agua (Roldán 2003, Giacometti y Bersosa 2006, Gamboa *et al.* 2008, Moya *et al.* 2009, Zúñiga y Cardona 2009). No obstante, teniendo en cuenta que los sistemas dulceacuícolas son unos de los más amenazados por la explotación de los recursos naturales (Mesa y Fernández 2007), los estudios limnológicos se han considerado de gran utilidad, debido a que permiten conocer variaciones en la biodiversidad y su relación con la hidrología (Bernal *et al.* 2006).

La Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) es un sistema montañoso independiente de la cordillera de los Andes la cual presenta condiciones geológicas particulares y sus sistemas acuáticos mantienen una gran biodiversidad. Esta montaña posee tres caras o flancos, que tienen diversas condiciones climáticas debido a su posición frente al mar y a la influencia de los vientos alisios del nordeste (Pro-Sierra 1998).

En la SNSM, la mayoría de los trabajos que abordan insectos acuáticos se han desarrollado en el río Gaira (sector noroccidental), entre los que se destacan aspectos como hábitos alimentarios (Granados-Martínez 2013, Guzmán-Soto y Tamaris-Turizo 2014), deriva (Tamaris-Turizo *et al.* 2013), distribución (Tamaris-Turizo *et al.* 2007), grupos funcionales alimentarios (Rodríguez-Barrios *et al.* 2011) y bioindicación (Guerrero-Bolaño *et al.* 2003). Por otro lado, en el río Manzanares Serna *et al.* (2015) adelantaron trabajos sobre distribución espacial y temporal con énfasis en las comunidades de Trichoptera. En cuanto a estructura y composición,

Jaimes-Contreras y Granados-Martínez (2016) estudiaron este grupo en ocho afluentes de la SNSM. Por su parte Rúa-García *et al.* (2015) registraron la distribución de géneros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en cuatro ríos de la SNSM. Sin embargo, el conocimiento en cuanto a la biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos es insuficiente, en este sentido los estudios tanto taxonómicos como ecológicos son importantes, porque contribuyen al entendimiento de la calidad ambiental del recurso hídrico (Roldán *et al.* 2014).

En este estudio se determinó la estructura de las comunidades de insectos acuáticos, realizando dos muestreos en la parte media de los ríos Gaira, Tucurínca, Guatapurí y Ranchería, los cuales se ubican en diferentes flancos de la SNSM. Se espera que la estructura y composición de los insectos acuáticos no varíe en los diferentes sectores de la SNSM, debido a que estos sistemas presentan características físicas y pluviométricas similares, lo cual es indispensable para la estructuración de la comunidad (Vannote *et al.* 1980, Araúz *et al.* 2000).

## Material y métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), situado al norte de Colombia, entre los 10°12'05" - 11°20'11" N y los 72° 36'16" - 74°12'49" W. Posee más de 18 cuencas, las cuales abastecen a los departamentos del Magdalena, Cesar y La Guajira. En dichas cuencas la disminución de la cobertura vegetal asociada a sus fuertes pendientes y la estacionalidad de las lluvias acentúan la inestabilidad del régimen hídrico provocando variaciones en sus caudales (Pro-Sierra 1998). El sector norte de la SNSM bordea el Mar Caribe desde las tierras del sur de La Guajira hasta la desembocadura del río Manzanares en Santa Marta; el sector occidental limita con el Mar Caribe, la Ciénaga Grande de Santa Marta y la planicie del río Magdalena y por último, el sector oriental está limitado por el río Cesar y el río

Ranchería al Norte (Pro-Sierra *op. cit.*). En este estudio se establecieron cuatro estaciones de muestreo en tres sectores de la SNSM, los cuales corresponden al sector noroccidental (río Gaira) que posee vegetación ribereña bien conservada, el sector suroccidental (río Tucurínca) también con un bosque ribereño en buen estado de conservación y el sector oriental (Ranchería y Guatapurí), que cuenta con poca cobertura vegetal y gran disponibilidad de luz. Estos ríos se encuentran entre los 500 y 1100 m s.n.m. (Tabla 1).

### Variables ambientales

En cada una de las tres caras que conforman la SNSM el clima es controlado por las precipitaciones, exposición al mar y los vientos alisios del nordeste. La cara norte es más húmeda y corresponde al río Gaira. La oriental más seca incluye a los ríos Guatapurí y Ranchería. Finalmente, el flanco occidental (río Tucurínca), presenta dos periodos de lluvias: de abril a junio y de agosto a noviembre y las épocas secas de diciembre a marzo y de junio a agosto (Pro-Sierra 1998). En la cara norte para los años 2009 y 2010 se registraron precipitaciones anuales entre 1955 mm y 3657 mm, en la parte occidental entre 760 mm y 4921 mm, y en la oriental entre 1973 mm y 3302 mm (datos Ideam). No obstante, Ranchería presentó precipitaciones anuales entre 1022 mm y 1605 mm, cabe aclarar que en estos años se presentó el fenómeno de La Niña (Benavides-Ballesteros y Rocha-Enciso

2012). Los valores promedios multianuales para cada mes en cada río se especifican con detalle en Rúa-García *et al.* (2015). En cada río se midieron las siguientes variables ambientales: temperatura del agua (°C), oxígeno disuelto (mg/L), pH (unidades) y conductividad (µS/cm) empleando una sonda multiparamétrica WTW 340i. Adicionalmente, se tomó una muestra de agua de 500 ml y se refrigeró para su análisis en el laboratorio con el fin de medir nutrientes como nitritos, nitratos y fosfatos siguiendo los métodos propuestos por Apha (1992).

### Recolecta e identificación de organismos

En cada sitio se realizaron dos muestreos entre junio de 2009 y noviembre de 2010, para la respectiva recolecta de larvas de insectos acuáticos en cada río (Tabla 1). Se utilizó una red Surber de 0.09 m<sup>2</sup> de área y 250 µm de poro para recolectar los organismos presentes en los microhábitats de grava y macrófitas; con la red triangular se recolectaron organismos de la hojarasca y por colecta manual se revisaron, durante 15 minutos, zonas de salpicadura y piedras de 30 y 40 cm de diámetro, de acuerdo a los métodos propuestos por Zúñiga y Cardona (2009), para un total de una muestra integral por cada sitio. Los organismos se preservaron en alcohol al 96 %. En laboratorio las muestras se determinaron hasta el nivel taxonómico más detallado posible, usando las claves y descripciones taxonómicas de Clifford

**Tabla 1.** Localización de las estaciones, fecha de muestreos y altitud (m s.n.m.) de cada sitio. M: muestreo.

Río	Coordenadas geográficas		Fechas de muestreo	Altitud (m s.n.m.)
Gaira	11°07'44"N	74°05'36"W	M1: junio 2010 M2: agosto 2010	900
Tucurínca	10°41'16,3"N	74°01'29,3"W	M1: abril 2010 M2: mayo 2010	500
Guatapurí	10°43'7,7"N	73°24'05"W	M1: junio 2009 M2: noviembre 2010	1.100
Ranchería	10°57'13,6"N	73°03'15,6"W	M1: septiembre 2009 M2: noviembre 2010	480

(1991), Merritt *et al.* (2008), Domínguez y Fernández (2009), Hanson *et al.* (2010) y Prat *et al.* (2011). En este estudio se incorporan resultados de los órdenes de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, publicados por Rúa-García *et al.* (2015), con el fin de poder establecer la composición de toda la comunidad de insectos acuáticos en los cuatro ríos de la SNSM.

### Análisis de datos

Se estimaron los índices de diversidad de Shannon-Weiner ( $H'$ ) y Simpson ( $D$ ) para realizar la conversión a número efectivo de especies y poder estimar la diversidad con la serie de los Números de Hill ( $N_0$ ,  $N_1$  y  $N_2$ ) donde, la diversidad de orden cero ( $N_0$ ) es conocida como la riqueza ( $S$ ) de especies. Para calcular ( $N_1$  y  $N_2$ ) se utilizó la conversión de Shannon-Weiner ( $H'$ ) y Simpson ( $D$ ) a •Numero efectivo de especies descritas en Jost (2006 y 2010), donde  $N_1$  corresponde al número de taxones igualmente abundantes o típicos y  $N_2$  a los abundantes o dominantes (Chao *et al.* 2014). Estas medidas permiten incorporar datos de abundancia y cumplen con una serie de propiedades matemáticas acordes con la interpretación intuitiva del concepto de diversidad, de esta manera la conversión de los índices a diversidades de número efectivo de especies facilita la interpretación de resultados. Por otra parte, para medir la proporción de la diversidad observada en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada, se estimó el índice de equidad de Pielou.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para evaluar cómo la abundancia de los insectos acuáticos se relaciona con los sitios de muestreo. Finalmente, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) usando la abundancia los taxones con mayores auto-valores y las variables ambientales para conocer posibles relaciones entre dichas variables en los sitios muestreados. Las variables ambientales se transformaron con ( $\log+1$ ). Todos estos análisis se realizaron con el paquete estadístico de PAST 3.13 versión libre.

## Resultados

### Caracterización ambiental

El río Gaira presentó los valores más altos de fosfatos (2,1 mg/L  $PO_4$ ), nitritos (1,25 mg/L  $NO_2$ ) y nitratos (1,55 mg/L  $NO_3$ ). El valor mayor de conductividad se presentó en los ríos Guatapurí y Ranchería (131  $\mu S/cm$  y 125  $\mu S/cm$ ) y el menor en el Gaira (valores promedios de 34,3  $\mu S/cm$ ). Así mismo, en esta estación se presentó el mayor registro de oxígeno disuelto (9,4 mg/L  $O_2$ ) y en la estación Ranchería el menor (5,4 mg/L  $O_2$ ). La mayor temperatura (26,5 °C) se observó en el río Ranchería y la menor (19 °C) corresponde al río Gaira. El pH en los ríos Gaira y Tucurínca presentó valores por encima de la neutralidad (7,4 y 7,2) mientras que en los ríos Guatapurí y Ranchería presentó valores por debajo de la neutralidad (6,8 y 6,7); Sin embargo, esta variable siempre estuvo cercana a la neutralidad (Tabla 2).

**Tabla 2.** Valores de las variables físicas y químicas tomadas en cada estación de muestreo.

Variable / Río	Gaira	Tucurínca	Guatapurí	Ranchería
Conductividad $\mu S/cm$	34,3	118	131	125
pH (Und)	7,47	7,26	6,82	6,75
Fosfatos mg/L $PO_4$	2,1	0,14	0,06	0,145
Nitritos mg/L $NO_2$	1,25	0,05	0,02	0,09
Nitratos mg/L $NO_3$	1,55	0,1	0,22	0,16
Oxígeno disuelto mg/L $O_2$	9,4	6,32	5,4	5,41
Temperatura °C	19	24,8	25	26,5

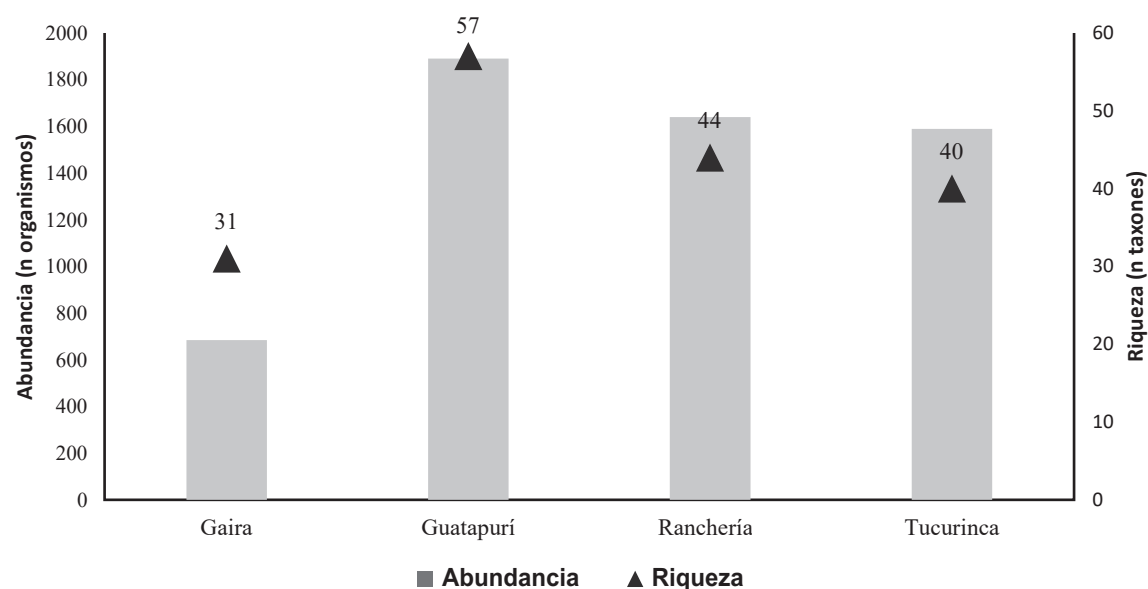
### Estructura de las comunidades

En total se recolectaron 5803 individuos agrupados en nueve órdenes: Coleoptera, Diptera, Odonata, Lepidoptera, Hemiptera, Megaloptera, Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. De estos, 684 individuos correspondieron al río Gaira, 1890 al Guatapurí, 1640 se colectaron en Ranchería y 1589 en Tucurínca. La mayor riqueza de taxones se obtuvo en el río Guatapurí con 57 y la menor en el río Gaira con 31 (Figura 1). En términos generales se registraron 39 familias y 72 taxones, entre los de mayor abundancia se encuentran: *Simulium* (Diptera: Simuliidae), con 14,5 %, *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) con 12,3 %, *Tricorythodes* (Ephemeroptera: Leptohyphidae) con 10,5 % y *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) con 10,05 % (Anexo 1). En cuanto a la distribución de las comunidades en las estaciones de muestreo, la abundancia se relacionó de la siguiente manera: la grava presentó mayor abundancia siendo superior en Ranchería con 765 individuos y menor en Gaira con 185. Seguido se encuentra macrófitas que presentó mayor abundancia en Tucurínca con 572 y menor en Gaira con cero por la ausencia de macrófitas. La hojarasca fue superior en Guatapurí con 823 y menor en Tucurínca con 271. El microhábitat piedra obtuvo

mayor abundancia en Tucurínca con 232 y menor en Gaira con 62 (Figura 2). En el Análisis de Componentes Principales (ACP) los dos primeros ejes suman en sus varianzas un 91,06 %; mostró que Gaira estuvo caracterizado por los altos valores de abundancia de *Anchytarsus* y *Phylloicus*, mientras que la alta abundancia de *Helicopsyche* se asoció a la estación Tucurínca; el Ranchería estuvo definido por los altos valores de abundancia de *Chimarra* y finalmente Guatapurí por las altas abundancias de *Hexatoma*, Staphylinidae, *Atanatolica*, *Limonicola*, Phycitinae sp. 3, *Smicridea* y Crambinae sp.1. (Figura 3).

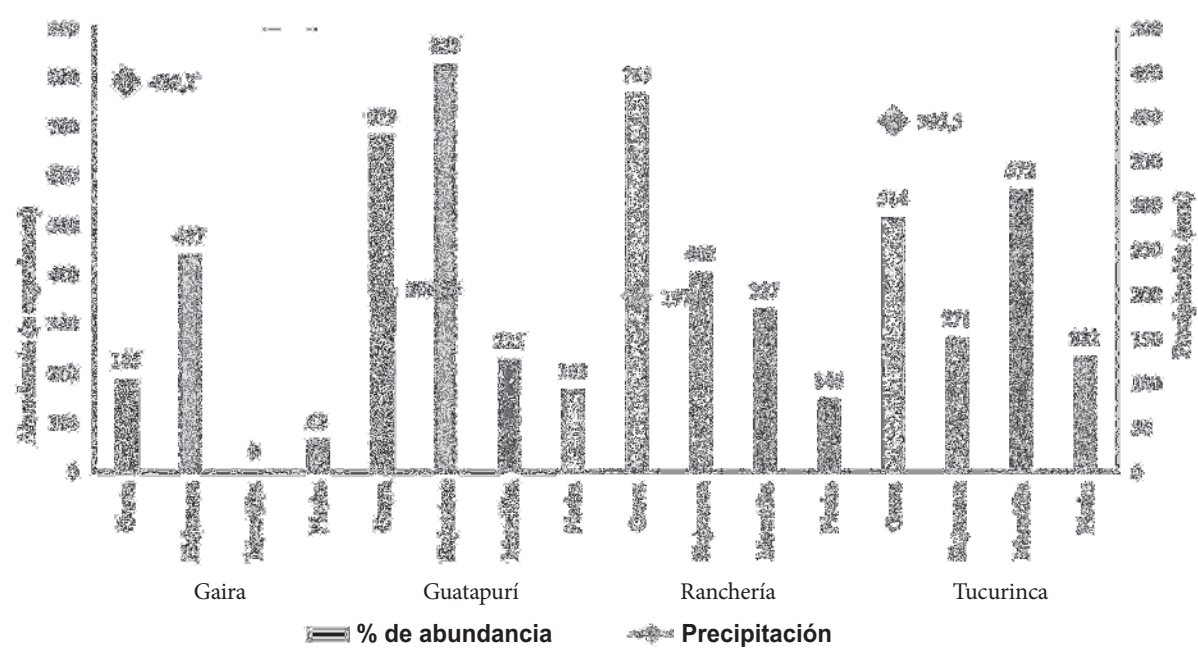
### Río Gaira

De los 684 individuos, los órdenes con mayor abundancia fueron Plecoptera (251 organismos), Trichoptera (171) y Ephemeroptera (153). Este río presentó el menor número de individuos (684) y una equidad de Pielou ( $J'$ ) de 0,677. Obtuvo los valores más bajos en cuanto a los Números de Hill:  $N_0=31$ ,  $N_1= 10,237$  taxones igualmente abundantes o típicos y  $N_2= 5,701$  taxones abundantes o dominantes (Tabla 3). Con respecto a la distribución de los organismos, la hojarasca presentó

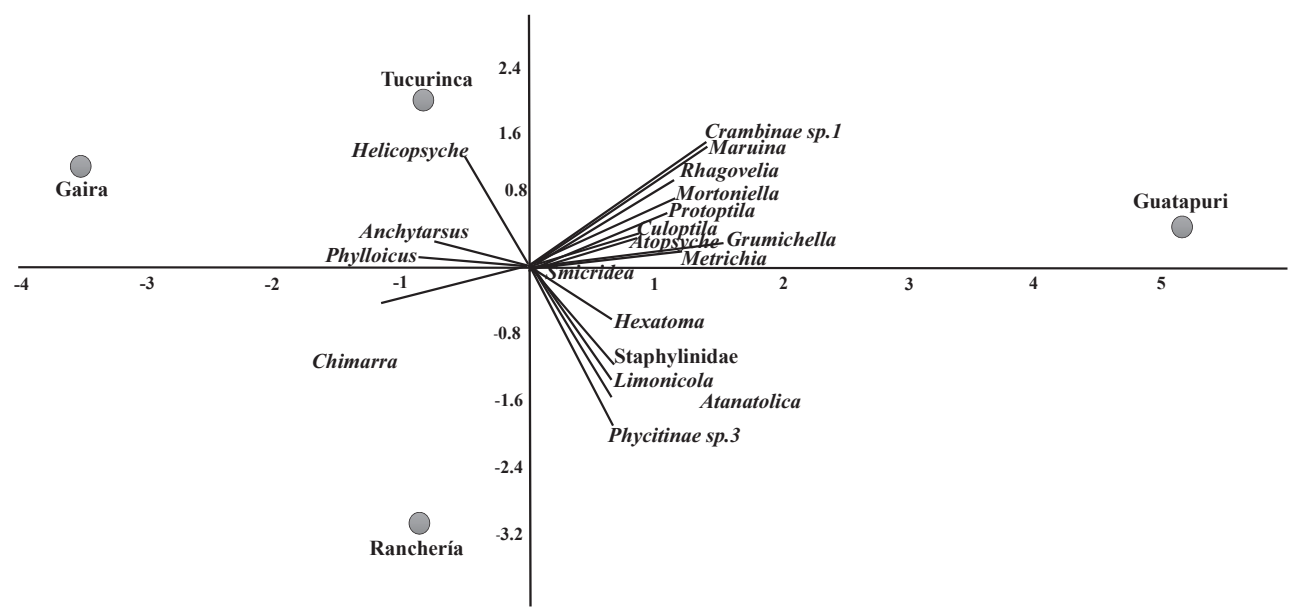


**Figura 1.** Abundancia y riqueza de los taxones encontrados en cada una de los ríos muestreados (Gaira, Tucurínca, Guatapurí y Ranchería).





**Figura 2.** Abundancia de macroinvertebrados acuáticos en los ríos muestreados (Gaira, Tucurínca, Guatapurí y Ranchería) en los diferentes microhábitats (grava, hojarasca, macrófita y piedra) y precipitación promedio multianual (mm) de las estaciones climáticas más cercanas.



**Figura 3.** Caracterización de los sitios de muestreo por medio de la abundancia de los insectos acuáticos mediante el Análisis de Componentes Principales (ACP).

**Tabla 3.** Abundancia e índices de la estructura de las comunidades de insectos acuáticos. Número de individuos (N), Diversidad de Shannon-Weiner (H'), Dominancia de Simpson (D), Equidad de Pielou (J') y serie de los Números de Hill (N0, N1 y N2).

Río	N	H'	D	J'	N0	N1	N2
Guatapurí	1890	2,843	0,092	0,703	57	17,167	10,921
Ranchería	1640	2,787	0,087	0,737	44	16,232	11,543
Tucurinca	1589	2,533	0,113	0,687	40	12,591	8,881
Gaira	684	2,326	0,175	0,677	31	10,237	5,701

el mayor porcentaje de abundancia con el 63,89 % (437 individuos) y el menor corresponde a piedra con 9,06 % (62 individuos). Esta estación tuvo el menor número de individuos y un alto valor de precipitación que corresponde a 439,7 mm (Figura 2).

#### Río Guatapurí

Los órdenes con mayor abundancia fueron Diptera (805 individuos), Ephemeroptera (527 individuos) y Trichoptera (443 individuos). Este río obtuvo el mayor número de individuos (1890 individuos) y una equidad de Pielou (J') de 0,703. Respecto a la diversidad, los valores de los Números de Hill fueron N0=57, N1=17,16 taxones abundantes y N2= 10,921 taxones muy abundantes. En cuanto a la distribución de los organismos, el microhabitat hojarasca mostró el mayor porcentaje de abundancia (43,54 %) y piedra el menor (8,62 %). Esta estación mostró la mayor abundancia de insectos acuáticos y un bajo valor de precipitación el cual fue de 206,85 mm (Figura 2).

#### Río Ranchería

Los órdenes con mayor abundancia fueron Diptera (494 individuos), Ephemeroptera (482 individuos) y Trichoptera (358 individuos). En este río se obtuvieron 1640 individuos y una equidad de Pielou (J') de 0,737. Los valores de los Números de Hill fueron N0=44, N1=16,232 taxones igualmente abundantes o típicos y N2=11,543 taxones abundantes o dominantes. En

cuanto a la distribución de los organismos, la grava presentó el mayor porcentaje de abundancia con 46,65 % (765 individuos) y el menor correspondió a piedra con 8,90 % (146 individuos). Este río obtuvo una alta abundancia de insectos acuáticos presentando un valor bajo de precipitación que corresponde a 197,1 mm (Figura 2).

#### Río Tucurinca

Se registraron un total de 1589 individuos, donde los órdenes con mayor abundancia fueron Ephemeroptera (699 individuos), Trichoptera (443 individuos) y Diptera (238 individuos). Una equidad de Pielou (J') de 0,687. En cuanto a los Números de Hill presentó N0=40, N1=12,591 taxones igualmente abundantes o típicos y N2=8,881 taxones abundantes o dominantes. Con respecto a la distribución de los organismos, el microhábitat macrófitas presentó el mayor porcentaje de abundancia con 36 % (572 individuos) y el menor en piedra con 14,60 % (232 individuos). Este río evidenció una baja abundancia de insectos acuáticos y un alto valor de precipitación con 395,5 mm (Figura 2).

#### Variables ambientales y su relación con los insectos acuáticos

En el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) los dos primeros ejes suman en sus varianzas un 90,89 %. El río Gaira presentó altas abundancias de



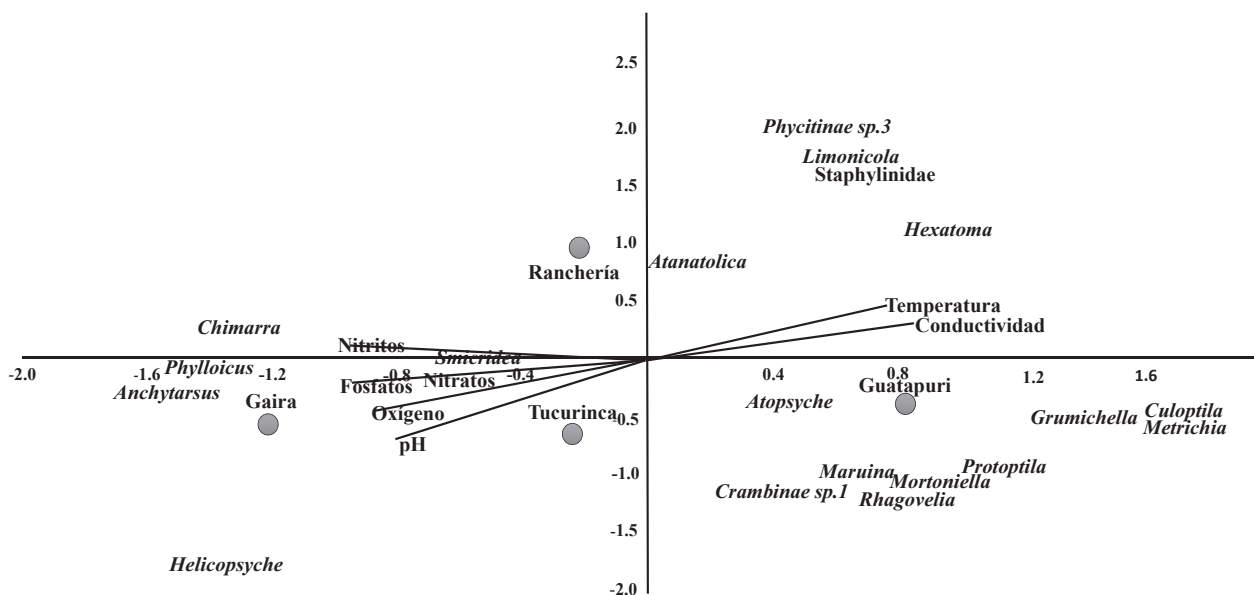
*Phylloicus*, *Anchytarsus* y *Helicopsyche* lo cual se relacionó con los altos valores de oxígeno disuelto (9,4 mg/L O<sub>2</sub>), nitratos (1,5 mg/L NO<sub>3</sub>) y nitritos (1,2 mg/L NO<sub>2</sub>). El río Ranchería evidenció altas abundancias de *Chimarra* y *Atanatolica* asociado con altos valores de nitritos (0,09 mg/L NO<sub>2</sub>). El río Tucurínca, fue definido por las altas abundancias de *Smicridea* y *Helicopsyche*, los cuales se asociaron con los mayores niveles de pH (7,2). Para el río Guatapurí, las variables como temperatura y conductividad estuvieron relacionadas con las altas abundancias de los taxones *Culoptila*, *Protophila*, *Mortoniella*, *Atopsyche* y *Grumichella* (Figura 4).

## Discusión

El río Gaira presentó los mayores valores en cuanto a nitritos, nitratos y fosfatos (Tabla 2) en comparación con los demás ríos; probablemente se debe a que cerca de esta estación hay grandes extensiones de cultivos de café (Tamaris-Turizo *et al.* 2013, observaciones de la fase de campo) y los nutrientes agregados al suelo pueden ser arrastrados al canal principal. El río Guatapurí registró las menores concentraciones de nitritos y fosfatos, lo cual está relacionado con bajos

impactos de perturbación antrópica evidenciado durante las visitas de campo (Martínez-García 2010). Por otro lado, la baja conductividad registrada en el río Gaira puede estar relacionada con poco arrastre de material de las riberas por ser una cuenca pequeña, similar a lo reportado por Pro-Sierra (1998), Tamaris-Turizo y López-Salgado (2006) y Meza-Salazar *et al.* (2012), donde dicha variable puede estar relacionada con una cobertura vegetal que evita el arrastre de sólidos y por la composición geológica del sitio. Los datos de las variables ambientales coinciden con los registrados por Rodríguez *et al.* (2011) y Tamaris-Turizo *et al.* (2013) en el río Gaira, y por Rúa-García *et al.* (2015) y Jaimes-Contreras y Granados-Martínez (2016) para diferentes ríos de la SNSM, quienes afirman que sus cuencas poseen aguas bien oxigenadas, lo cual provee un buen sistema de autodepuración y circulación de nutrientes, las cuales son características típicas de ríos tropicales de montaña.

En general, los 72 taxones encontrados en este estudio, muestran que estos ríos tienen alta riqueza de géneros. Estudios similares realizados por Chará *et al.* (2009) evidenciaron 211 géneros de macroinvertebrados



**Figura 4.** Ordenamiento de las variables ambientales, la abundancia de los insectos acuáticos y los sitios de muestreo mediante el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).

acuáticos en 28 quebradas de municipios del Valle del Cauca. Zúñiga *et al.* (2013) también encontraron una alta riqueza de insectos acuáticos en quebradas de la región andina colombiana. Sin embargo, la baja diversidad encontrada puede explicarse por las intervenciones de carácter antrópico (Bernal *et al.* 2006), tal como es el caso de las estaciones Gaira y Tucurínca. En este estudio no se evaluó el efecto antrópico, pero durante los muestreos se evidenció que los sitios con menor diversidad tenían alto impacto por actividades humanas; además, la abundancia y distribución de los insectos acuáticos en cada estación mostraron relación con la precipitación, coincidiendo con lo propuesto por Jacobsen *et al.* (1997) quienes sugieren que la abundancia y la composición de los insectos acuáticos están relacionadas con las altas temperaturas y periodos de lluvias. No obstante, para Giacometti y Bersosa (2006) en épocas de alta precipitación no favorece el registro de dichos insectos acuáticos.

En Colombia, la familia Chironomidae ha contado con estudios como guías de identificación genérica de larvas (Ospina *et al.* 1999, Ruiz *et al.* 2000) y el reporte de las principales subfamilias (Lizarralde De Grosso 2009). Esta familia se considera parte esencial de la biomasa en ambientes lénticos y lóticos, aun así su conocimiento en cuanto a taxonomía y ecología está siendo incorporado puesto que no se cuenta con la suficiente información (Bello-González *et al.* 2013, Roldán *et al.* 2014). En este estudio se encontró el género *Podonomus* (Chironomidae: Diptera) en el río Guatapurí, el cual se constituye en el primer registro para la SNSM; así mismo, el género *Stenelmoides* (Elmidae: Coleoptera) para el río Ranchería. Cabe resaltar que en Colombia la familia Elmidae es una de las de mayor abundancia y riqueza (Arias-Díaz *et al.* 2007, Roldán *et al.* 2014) y en el Neotrópico esta familia es altamente diversa (González-Córdoba *et al.* 2015). Sin embargo, el conocimiento en cuanto a diversidad, ecología y distribución es escaso, aunque se cuenta con estudios como registros genéricos para la región de la Orinoquia, riqueza genérica (González-Córdoba *et al.* 2015), distribución espacial y temporal (Arias-Díaz *et al.* 2007).

En cuanto a la diversidad, la serie de los números de Hill fue mayor en el río Guatapurí, mostrando que este río tiene una alta riqueza y diversidad en comparación con Gaira y Tucurínca, de acuerdo a los criterios propuestos por Moreno *et al.* (2011), quienes sugieren que usando los números efectivos, se mejoraría la interpretación de la diversidad entre comunidades, ya que se agrupan diferentes componentes y se pueden hacer comparaciones entre diferentes sitios. Los valores de equidad de Pielou registrados en este trabajo, evidencian que todos los taxones no son igualmente abundantes. Rivera-Usme *et al.* (2008) en su estudio, encontraron la mayor diversidad y equidad en quebradas del departamento del Quindío, justificando que estos resultados pueden estar asociados a características propias de los sistemas y las pocas limitaciones fisicoquímicas que impone el medio al establecimiento de la fauna acuática y a la variedad de microhábitats presentes. Por su parte, Pino-Selles y Bernal-Vega (2009) reportaron una equidad de Pielou para cinco meses de muestreo entre 0,57 y 0,78, en donde se observó que variaba con el tiempo, posiblemente por deberse a un bosque de galería con reducida perturbación en la parte alta-media del río David en Panamá.

En el ACC se evidenció que las abundancias de ciertos taxones en cada estación están determinadas por la caracterización ambiental. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Jaimes-Contreras y Granados-Martínez (2016), en donde se muestra relación de los tricópteros como *Phylloicus* y *Helicopsyche* con los valores de oxígeno disuelto y nitritos; *Chimarra* y *Atanotolica* con los valores de nitritos; *Smicridea* con los valores de pH y *Culoptila*, con los valores de temperatura y conductividad. Según Rivera-Abreu (2004), las estaciones que presentan similitud en las condiciones ambientales, muestran comunidades con composiciones semejantes. Por otra parte, Oyanedel *et al.* (2008) encontraron que la diversidad de macroinvertebrados en la cuenca hidrográfica del río Aysen varió en función de las variables físicas del hábitat especialmente las hidráulicas. Además, para hacer comparaciones entre estaciones y para

determinar las influencias de condiciones ambientales sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, la temperatura del agua y la oxigenación permiten determinar la distribución de individuos (Quinn y Hickey 1990).

## Conclusiones

La abundancia de las comunidades de insectos acuáticos fue similar entre los cuatro ríos muestreados, por tanto se puede considerar que estas comunidades son similares en la parte media de los tres flancos de la SNSM, lo cual se ajusta a lo establecido por Vannote *et al.* (1980) en la teoría del río como un continuo. Sin embargo, trabajos experimentales son necesarios para ratificar esta hipótesis. Por otro lado, la estación Gaira difirió de las demás estaciones por las variables ambientales, presentó los mayores registros en los nutrientes (nitrito, nitrato y fosfato), lo cual puede ser considerado como una presión antrópica local. Finalmente, es necesario el desarrollo de trabajos de diversidad con alta resolución taxonómica enfocados al estudio de la autoecología en insectos acuáticos de la SNSM, debido a que muchos atributos estructurales de estas comunidades difieren a los registrados en zonas andinas de Colombia.

## Agradecimientos

A María del Carmen Zúñiga, Marcela González, Narcis Prat, Alonso Ramírez, Pablo Gutiérrez y Cristian Granados por apoyar en la identificación de los organismos. A Cristian Guzmán por apoyar en las faenas de campo e identificación en laboratorio. A Miky Weber y Claudia Weber por facilitar las instalaciones para el muestreo en el río Gaira. A la comunidad indígena Kankuama de Chemesquemena por autorizar los muestreos en el río Guatapurí. A los miembros del Grupo de Investigación en Ecología Neotropical de la Universidad del Magdalena. A los revisores anónimos que con sus comentarios contribuyeron a mejorar el manuscrito. A Juan Fuentes Reinés por la revisión del abstract.

## Bibliografía

- Apha (American Public Health Association), American Water Works Association (Awwa), Water Pollution Control Federation (Wpcf). 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC., 600 pp.
- Arias-Díaz, D. M., G. Reinoso-Flórez, G. Guevara-Cardona y F. A. Villa-Navarro. 2007. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del río Coello (Tolima, Colombia). *Caldasia* 29 (1): 177-194.
- Araúz, B., B. Amores y E. Medianero. 2000. Diversidad y distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico (Provincia de Chiquirí, República de Panamá). *Scientia* 15 (1): 27-45.
- Bello-González, O. C., M. Spies y B. Téllez-Martínez. 2013. Estado del conocimiento de la familia Chironomidae (Insecta: Diptera) en Cuba. *Dugesiana* 20 (2): 233-242.
- Benavides-Ballesteros, H. O. y C. E. Rocha-Enciso. 2012. Indicadores que manifiestan cambios en el sistema climático de Colombia (años y décadas más calientes y las más y menos lluviosas). Ideam-Meteo/001-2012, Nota Técnica del Ideam. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá. 26 pp.
- Bernal, E., D. García, M. A. Novoa y A. Pinzón. 2006. Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Paloblanco de la cuenca del río Otún (Risaralda, Colombia). *Acta Biológica Colombiana* 11 (2): 45-59.
- Castellanos-Caicedo, P. y C. Serrato. 2008. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Biológicas* 32 (122): 79-86.
- Chao, A., N. J. Gotelli, T. C. Hsieh, E. L. Sander, K. H. Ma, R. K. Colwell y A. M. Ellison. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs* 84 (1): 45-67.
- Chará, J., M. del C. Zúñiga, L. P. Giraldo, G. Pedraza, A. Astudillo, L. Ramírez y C. E. Posso. 2009. Diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en quebradas de la cuenca del río La Vieja, Colombia. Valoración de la biodiversidad en la ecorregión del eje cafetero. Pp. 127-142. En: Rodríguez J. M., J. C. Camargo, J. Niño, A. M. Pineda, L. M. Arias, M. A. Echeverry, C. L. Miranda (Eds). Valoración de la Biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero. CIEBREG. Pereira, Colombia.
- Clifford, H. F. 1991. Aquatic invertebrates of Alberta: an illustrated guide. University of Alberta. 38 pp.

- Domínguez, E. y R. Fernández. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.
- Fundación Pro-Sierra Nevada de Santa Marta- Prosierra. 1998. Evaluación ecológica rápida de la Sierra Nevada de Santa Marta. Definición de áreas críticas para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, UAESPNN, The Nature Conservancy-USAID, Embajada del Japón. Santafé de Bogotá, Colombia. 20 pp.
- Gamboa, M., R. Reyes y J. Arrivillaga. 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de malariología y salud ambiental* 48 (2): 109-120.
- Giacometti, J. y F. Bersosa. 2006. Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico* 6: 17-32.
- González-Córdoba, M., M. del C. Zúñiga, N. N. Torres-Zambrano y V. Manzo. 2015a. Primer registro de las especies *Neolimnius palpalis* hinton y *Pilielmis apama* hinton (Coleoptera: Elmidae: Elminae) para Colombia y la cuenca del río Orinoco. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 16 (1): 27-33.
- González-Córdoba, M., M. del C. Zúñiga y V. Manzo. 2015b. Riqueza genérica y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca. Colombia. *Biota Colombiana* 16 (2): 51-74.
- Guerrero-Bolaño, F., A. Manjarrez-Hernández y N. Núñez-Padilla. 2003. Los macroinvertebrados bentónicos de Pozo Azul (cuenca del río Gaira, Colombia) y su relación con la calidad del agua. *Acta Biológica Colombiana* 8 (2): 43-55.
- Granados-Martínez, C. E. 2013. Análisis de la dieta de los macroinvertebrados bentónicos en un gradiente altitudinal de la cuenca del río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta – Colombia) Trabajo de grado. Facultad Experimental de Ciencias, Universidad de Zulia, Venezuela. 67 pp.
- Guzmán-Soto, C. J. y C. E. Tamaris-Turizo. 2014. Hábitos alimentarios de individuos inmaduros de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera. *Revista de Biología Tropical* 62: 169-178.
- Hanson, P., M. Springer y A. Ramírez. 2010. Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical* 58 (4): 3-37.
- Jacobsen, D., R. Schultz y A. Encalada. 1997. Structure and diversity of stream invertebrate assemblages: The influence of temperature with altitude and latitude. *Freshwater Biology* 38 (2): 247-261.
- Jaimes-Contreras, A. M. y C. Granados-Martínez. 2016. Tricópteros asociados a siete afluentes de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87 (2): 436-442.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113 (2): 363-375.
- Jost, L. 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity* 2 (2): 207-232.
- Lizarralde De Grosso, M. 2009. Diptera: generalidades. Pp: 341-364. En: Domínguez E. y H. Fernández (Eds.). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina.
- Martínez-García, N. 2010. Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de contaminación del balneario Hurtado, río Guatapurí, Valledupar, Cesar. Tesis de grado. Decanato de Ciencias Básicas, Escuela de química, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 126 pp.
- Merrit, R. W., K. W. Cummins y M. B. Berg. 2008. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company. 1158 pp.
- Mesa, L. M. y H. R. Fernández. 2007. La riqueza de artrópodos bentónicos en una cuenca endorreica subtropical (Tucumán, Argentina). *Ecología austral. Asociación Argentina de Ecología* 17: 247-256.
- Meza-Salazar, A. M., J. Rubio-Marín, L. Gomes-Dias e Y. Walteros. 2012. Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná. *Caldasia* 34 (2): 443-456.
- Molina, C. I., F. M. Gibon, J. Pinto y C. Rosales. 2008. Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la cordillera Real, Bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. *Ecología Aplicada* 7 (1-2): 105-116.
- Moreno, C. E., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82 (4): 1249-1261.
- Moya, N., F. Gibon, T. Oberdorff, C. Rosales y E. Domínguez. 2009. Comparación de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos intermitentes y permanentes del altiplano boliviano: implicaciones para el futuro cambio climático. *Ecología aplicada* 8 (1-2): 105-114.
- Muñoz, E., G. Mendoza y C. Valdovinos. 2001. Evaluación rápida de la biodiversidad en cinco sistemas lenticos de Chile central: macroinvertebrados bentónicos. *Gayana (Concepción)* 65 (2): 173-180.



- Ospina, R., W. Riss y J. L. Ruiz. 1999. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae: Orthocladinae) de la Sabana de Bogotá. Pp: 363-383. *En*: Amat, G., M. G. Andrade y F. Fernández. (Eds.). Insectos de Colombia No 2. Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No 13. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Oyanedel, A., C. Valdovinos, M. Azócar, C. Moya, G. Mancilla, P. Pedreros y R. Figueroa. 2008. Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Aysen (Patagonia Chilena). *Gayana (Concepción)* 72 (2): 241-257.
- Pino-Selles, R. y J. A. Bernal-Vega. 2009. Diversidad, distribución de la comunidad de insectos acuáticos y calidad del agua de la parte alta-media del río David, provincia de Chiriquí, república de Panamá. *Gestión y Ambiente* 12 (3): 73-84.
- Prat, N., M. Rieradevall, R. Acosta y C. Villamarín. 2011. Guía para el reconocimiento de las larvas de Chironomidae (Diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú. Grupo de Investigación FEM, Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona, España. 78 pp.
- Quinn, J. M. y C. W. Hickey. 1990. Characterization and classification of benthic invertebrate communities in 88 New Zealand rivers in relation to environmental factors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 24 (3): 387-409.
- Rivera-Abreu, R. 2004. Estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en ríos de páramo y zonas boscosas, en los Andes venezolanos. Tesis de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 83 pp.
- Rivera-Usme, J. J., D. Camacho- Pinzón y A. Botero-Botero. 2008. Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del departamento del Quindío-Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 13 (2): 133-146.
- Rodríguez-Barrios, J., R. Ospina-Torres y R. Turizo-Correa. 2011. Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en el río Gaira, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 59 (4): 1537-1552.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP Col: Universidad de Antioquia. 51 pp.
- Roldán, G., M. del C. Zúñiga, H. Zamora, L. Álvarez, G. Reinoso y M. Longo. 2014. Colombia. Capítulo 2. Pp: 63-116. *En*: Alonso-Eguíalis P., J. M. Mora, B. Campbell y M. Springer (Eds.). Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico. Instituto Mexicano de Tecnología de Agua, Jiutepec, México.
- Rúa-García, G., C. Tamaris-Turizo y M. del C. Zúñiga. 2015. Composición y distribución de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (Insecta) en ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista de Ciencias* 19 (2): 11-29.
- Ruiz, J., R. Ospina, H. Gómez y W. Riss. 2000. Guía para la identificación genérica de larvas de quironómidos (Diptera: Chironomidae) de la Sabana de Bogotá. III. Subfamilias Tanypodinae, Podonominae y Diamesinae. *Caldasia* 22 (1): 34-60.
- Serna, D., C. E. Tamaris-Turizo y L. C. Gutiérrez-Moreno. 2015. Distribución espacial y temporal de larvas de Trichoptera (Insecta) en el río Manzanares, Sierra Nevada de Santa Marta, (Colombia). *Revista de Biología Tropical* 63 (2): 465-477.
- Tamaris-Turizo, C., J. Rodríguez-Barrios y R. Ospina-Torres. 2013. Deriva de macroinvertebrados acuáticos a lo largo del río Gaira, vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta. *Caldasia* 35 (1): 149-163.
- Tamaris-Turizo, C. E., R. R. Turizo-Correa y M del C. Zúñiga. 2007. Distribución espacio – temporal y hábitos alimentarios de ninfas de *Anacroneuria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae) en el río Gaira (Sierra Nevada de Santa Marta), Colombia. *Caldasia* 29 (2): 375-385.
- Tamaris-Turizo, C. E. y H. J. López-Salgado. 2006. Aproximación a la zonificación climática de la cuenca del río Gaira. *Revista Intrópica* 3 (1): 69-76.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell y C. E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130-137.
- Zamora-González, H. 2015. Macroinvertebrados acuáticos registrados durante la época de lluvias en tres ríos del piedemonte llanero de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 7 (2): 139-147.
- Zúñiga, M. del C. 2010. Diversidad, distribución y ecología del orden Plecoptera (Insecta) en Colombia, con énfasis en *Anacroneuria* (Perlidae). Universidad de la Amazonia. *Momentos de Ciencias* 7 (2): 101- 112.
- Zúñiga, M. del C. y W. Cardona. 2009. Bioindicadores de la calidad de agua y caudal ambiental. Pp: 167-198. *En*: Cantera, J., J. Carvajal y L. M. Castro (Compiladores). Caudal ambiental: conceptos, experiencias y desafíos. Programa Editorial de la Universidad del Valle, Colección Libros de Investigación. Cali, Colombia.
- Zúñiga, M. del C., J. Chará, L. P. Giraldo, A. M. Chará-Serna y G. X. Pedraza. 2013. Composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en pequeñas quebradas de la región andina colombiana, con énfasis en la entomofauna. *Dugesiana* 20 (2): 263-277.

**Anexo 1.** Composición y abundancia total de los órdenes de estudio recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

% = corresponde al total de la abundancia. \*Los datos de EPT fueron tomados de Rúa-García *et al.* (2015). ND: no determinado.

Orden	Familia	Taxón	Abundancia	%	Gaira	Guatapurí	Ranchería	Tucurínca
Coleoptera	Elmidae	<i>Disersus</i>	1	0,02	0	1	0	0
		<i>Cylloepus</i>	4	0,07	2	1	1	0
		<i>Heterelmis</i>	40	0,69	10	7	22	1
		<i>Macrelmis</i>	9	0,16	3	1	5	0
		<i>Phanocerus</i>	18	0,31	6	2	6	4
		<i>Microcylloepus</i>	6	0,10	0	1	5	0
		<i>Stenelmoides</i>	1	0,02	0	0	1	0
		<i>Neelmis</i>	1	0,02	0	0	1	0
	Lutrochidae	<i>Lutrochus</i>	1	0,02	0	0	0	1
	Psephenidae	<i>Psephenus</i>	21	0,36	0	1	16	4
	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	14	0,24	11	0	1	2
	Staphylinidae	ND	12	0,21	0	7	5	0
Diptera	Athericidae	<i>Atherix</i>	4	0,07	4	0	0	0
	Blephariceridae	<i>Limonicola</i>	11	0,19	0	5	6	0
	Ceratopogonidae	cf. <i>Bezzia</i>	6	0,10	1	3	2	0
		ND	8	0,14	1	7	0	0
	Chironomidae	ND	275	4,74	3	165	81	26
		ND	372	6,41	16	175	93	88
		<i>Podonomus</i>	1	0,02	0	1	0	0
		ND	19	0,33	2	11	5	1
	Empididae	<i>Chelifera</i>	10	0,17	0	10	0	0
		<i>Hemerodromia</i>	3	0,05	0	3	0	0
	Limoniidae	ND	11	0,19	0	6	0	0
	Psychodidae	<i>Maruina</i>	32	0,55	0	30	0	2
	Simuliidae	<i>Simulium</i>	844	14,54	41	378	304	121
	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	2	0,03	0	0	2	0
	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	6	0,10	0	5	1	0
		<i>Tipula</i>	2	0,03	1	1	0	0



Cont. **Anexo 1.** Composición y abundancia total de los órdenes de estudio recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

% = corresponde al total de la abundancia. \*Los datos de EPT fueron tomados de Rúa-García *et al.* (2015). ND: no determinado.

Orden	Familia	Taxón	Abundancia	%	Gaira	Guatapurí	Ranchería	Tucurínca
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	150	2,58	0	2	21	127
		<i>Baetodes</i>	313	5,39	32	105	69	107
		<i>Camelobaetidius</i>	345	5,95	4	112	64	165
		<i>Mayobaetis</i>	3	0,05	0	3	0	0
		<i>Nanomis</i>	2	0,03	0	2	0	0
	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	142	2,45	28	32	60	22
		<i>Tricorythodes</i>	610	10,51	7	257	147	199
	Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>	4	0,07	1	0	3	0
		<i>Thraulodes</i>	113	1,95	68	12	22	11
	Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	179	3,08	13	2	96	68
Hemiptera	Mesoveliidae	ND	1	0,02	0	0	0	1
	Naucoridae	<i>Cryphocricos</i>	11	0,19	0	6	2	3
		<i>Limnocoris</i>	25	0,43	1	1	17	6
	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	14	0,24	0	12	0	2
Lepidoptera	Crambidae	Morfo género 1	12	0,21	0	10	0	2
		Morfo género 2	11	0,19	0	1	3	7
	Pyralidae	Morfo género 1	41	0,71	0	12	18	11
		Morfo género 2	6	0,10	0	1	5	0
		Morfo género 3	61	1,05	0	11	50	0
Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>	21	0,36	4	9	8	0
Odonata	Libellulidae	<i>Brechmorhoga</i>	4	0,07	3	1	0	0
	Gomphidae	<i>Progomphus</i>	3	0,05	0	1	2	0
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	583	10,05	251	29	138	165
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	25	0,43	18	0	3	4
	Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	8	0,14	0	0	0	8
	Glossosomatidae	<i>Culoptila</i>	100	1,72	0	100	0	0
		<i>Mortoniella</i>	74	1,28	0	72	0	2
		<i>Protoptilia</i>	85	1,46	0	84	0	1
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	52	0,90	0	39	1	12
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	20	0,34	2	0	0	18

Cont. **Anexo 1.** Composición y abundancia total de los órdenes de estudio recolectados en los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

% = corresponde al total de la abundancia. \*Los datos de EPT fueron tomados de Rúa-García *et al.* (2015). ND: no determinado.

Orden	Familia	Taxón	Abundancia	%	Gaira	Guatapurí	Ranchería	Tucurínca
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>	65	1,12	60	3	0	2
		<i>Smicridea</i>	717	12,36	78	90	184	365
	Hydroptilidae	<i>Leucotrichia</i>	3	0,05	0	1	0	2
		<i>Metrichia</i>	19	0,33	0	19	0	0
		<i>Ochrotrichia</i>	4	0,07	0	3	1	0
		<i>Zumatrichia</i>	2	0,03	0	0	0	2
		<i>Atanatolica</i>	187	3,22	0	15	155	17
		<i>Grumichella</i>	12	0,21	0	12	0	0
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	7	0,12	2	2	1	2
		<i>Oecetis</i>	5	0,09	0	2	2	1
		<i>Triplectides</i>	1	0,02	0	1	0	0
	Philopotamidae	<i>Chimarra</i>	25	0,43	10	0	9	6
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus</i>	2	0,03	1	0	0	1
		<i>Cyrnellus</i>	2	0,03	0	0	2	0

María Fernanda Barragán  
Universidad del Magdalena,  
Facultad de Ciencias Básicas,  
Programa de Biología,  
Grupo de Investigación en Ecología Neotropical (GIEN),  
Magdalena, Colombia  
mafebarraganf@gmail.com

Cesar Enrique Tamaris-Turizo  
Universidad del Magdalena,  
Facultad de Ciencias Básicas,  
Programa de Biología,  
Grupo de Investigación en Ecología Neotropical (GIEN),  
Magdalena, Colombia  
cesartamaris@gmail.com

Gustavo Adolfo Rúa-García  
Fundación para la Participación, Capacitación y la Investigación  
Social "FUPARCIS",  
Santa Marta, Magdalena, Colombia  
gustavoruagarcia@gmail.com

Comunidades de insectos acuáticos de los tres flancos de la  
Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

**Citación del artículo.** Barragán, M. F., C. E. Tamaris-Turizo  
y G. A. Rúa-García. 2016. Comunidades de insectos acuáticos  
de los tres flancos de la Sierra Nevada de Santa Marta,  
Colombia. *Biota Colombiana* 17 (2): 47-61. DOI: 10.21068/  
c2016.v17n02a05

Recibido: 21 de julio de 2016  
Aceptado: 18 de octubre de 2016